RAPPORT SUR L'ESSAI D'APPAREILS DE CHAUFFAGE AU KEROSENE SANS VENTILATEUR DANS UNE MAISON A ORLEANS

Service de laboratoire et d'expertises scientifiques
Direction de la sécurité des produits
Consommation et Corporations Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0C9

[1983]

MAR 25 1984
BIBLIOTHÈQUE
MINISTÈRE DE LA CONSOMMATION ET DES CORPORATIONS

"The views presented in this paper are those of the author and do not necessarily reflect the views of or positions of the Department of CCAC
Les points de vues exprimés dans cette étude sont ceux de l'auteur et il ne reflètent pas nécessairement la position du Ministère."

Rapport sur l'essai d'appareils de chauffage au kérosène sans ventilateur dans une maison à Orléans

Equipe du projet: A. J. Babcock

J.A. Brough

K. L. Dhawan

J. V. Glaser

B. L. Tom

M. Tomietto

Rédaction du rapport: B. L. Tom & S. Clarkson

Approbation: S. Clarkson
Chef intérimaire
Service de laboratoire et d'expertises scientifiques

TABLE DES MATIERES

Sommaire 2

Introduction 3

Expérience 4

Résultats et discussion 8

Conclusions 16

Recommandations 17

Remerciements 17

Figures 1 à 12

Tableaux I à XI

Annexe

Sommaire

Consommation et Corporations Canada a effectué l'essai de huit appareils de chauffage au kérosène sans ventilateur dans le salon et dans l'une des chambres à coucher d'une maison, à Orléans, en Ontario. Le taux de consommation du combustible, la température des pièces, la température des surfaces de l'appareil et la concentration d'oxyde d'azote (NO_x), d'oxyde de carbone et de bioxyde de carbone produits ont été mesurés pour chaque appareil.

Chaque appareil de chauffage au kérosène a consommé le combustible à un taux constant au cours de chaque essai bien que différents taux de consommation aient été observés dans différentes conditions d'essai. Les appareils ont subi l'essai dans la chambre à coucher dans les conditions suivantes: (i) la fenêtre et la porte fermées, (ii) la fenêtre ouverte et la porte fermée et (iii) la fenêtre fermée et la porte ouverte. La concentration des trois gaz produits par la combustion et la température de la pièce étaient plus élevées lorsque la fenêtre et la porte de la chambre à coucher étaient fermées. En effet, après une heure, les concentrations de gaz étaient les suivantes: NO_x, 0 à 5,7 ppm; l'oxyde de carbone, 3,1 à 40,1 ppm; et le bioxyde de carbone, 1,2 à 2,1 %. Dans les mêmes conditions, les températures atteintes allaient de 32°C à 62°C. Lorsque la fenêtre ou la porte était ouverte, les concentrations maximums de gaz, après une heure, étaient les suivantes: NO_x, 2,3 ppm; l'oxyde de carbone, 13,9 ppm; et le bioxyde de carbone, 1,1 %, alors que les températures enregistrées étaient généralement plus basses et variaient entre 30°C et 56°C. Dans le salon, les concentrations de gaz et les températures étaient inférieures à celles enregistrées dans chacun des essais effectués dans la chambre à coucher. Après trois heures d'essai, les concentrations maximums de gaz dans le salon étaient les suivantes: NO_x, 0,9 ppm; l'oxyde de carbone, 10,4 ppm; et le bioxyde de carbone, 0,8 %.

Ces essais démontrent qu'une ventilation suffisante est nécessaire pour empêcher l'accumulation d'oxyde de carbone, de dioxyde de carbone et des oxydes d'azote lorsque les appareils de chauffage sont utilisés.

En ce qui concerne la température des surfaces des appareils, les mesures au thermocouple correspondaient aux résultats obtenus par l'Association des consommateurs du Canada.[1] Au cours des essais dans le salon, lorsque la température de la pièce ne dépassait pas 32°C, la température de la surface supérieure de chaque appareil dépassait 200°C, et même 300°C dans plusieurs cas, la plus élevée étant de 350°C. Sur le devant des appareils de chauffage les températures n'étaient pas si hautes, mais une température de 78°C a été constatée pour un des appareils.

Introduction

L'Association des consommateurs du Canada (ACC) a étudié, pour le compte de Consommation et Corporations Canada (CCC), le rendement des appareils de chauffage au kérosène relativement à leur stabilité, à la température de leurs surfaces et au taux de concentration des gaz dégagés au cours de la combustion. Dans l'étude de l'ACC, les concentrations d'oxyde de carbone, de bioxyde de carbone et des oxydes d'azote (NO_x) dégagées par 12 appareils de chauffage ont été mesurées dans une chambre où les conditions de l'expérience avaient été contrôlées. Quelques essais supplémentaires ont été effectués dans une maison, à Greely, en Ontario, avec deux des appareils, et la concentration des gaz dégagés au cours de la combustion était nettement inférieure à celles relevées au cours des essais précédents.

Une deuxième étude dans une maison a été entreprise par CCC afin de préciser les résultats obtenus par l'ACC. Au cours de cette étude, d'autres appareils de chauffage au kérosène sans ventilateur ont subi l'essai, et une vérification plus poussée des concentrations de gaz a été effectuée dans les pièces éloignées de celle où était l'appareil. Quatre appareils de chauffage au kérosène du type rayonnant et quatre

---

1. "Safety Evaluation: Unvented Kerosene Heaters", rapport de l'Association des consommateurs du Canada présenté à Consommation et Corporations Canada, 1983.

du type à convection ont été mis à l'essai, y compris les deux appareils déjà testés à Greely, ainsi que deux autres appareils étudiés par l'ACC. La liste des marques, des types et des tailles des huit appareils de chauffage figure à l'Annexe A.

Expérience

La maison dans laquelle s'est déroulé l'essai compte deux étages et trois chambres à coucher à l'étage supérieur, et le taux de renouvellement de l'air est de 0,2 à 0,3 l'heure, selon les observations du Conseil national des recherches. La valeur nominale de l'isolation thermique est de R-20 pour tous les murs extérieurs et de R-32 pour le plafond, alors que celle des fenêtres (3 vitres sur châssis de bois) est de R-3. Le plan des étages et l'endroit où étaient placés les appareils de chauffage au cours des essais sont présentés à la Figure 1.

Chaque appareil de chauffage a été mis à l'essai dans la plus petite des chambres à coucher (2,6 m x 2,9 m x 2,3 m (hauteur): volume de 17 m^3) et dans le salon (2,7 m x 8 m x 2,4 m (hauteur): volume de 52 m^3). Toutefois, le volume réel du salon est considérablement supérieur à celui indiqué, du fait qu'il communique avec la cuisine, les corridors du rez-de-chaussée et la cage d'escalier. Tous les appareils de chauffage, sauf deux, ont été mis à l'essai pendant que le ventilateur de la fournaise était éteint et, excepté lorsque le protocole d'essai prescrivait d'ouvrir une fenêtre dans la chambre à coucher, la maison était fermée. Au cours des essais, l'ouverture de cette fenêtre à battants était d'environ 400 cm^2. À l'occasion des essais, le taux de consommation du combustible, la température à divers endroits sur l'appareil et dans la pièce, et les concentrations d'oxyde de carbone, de bioxyde de carbone, d'oxygène et de NO_x ont été vérifiées.

Dans la chambre à coucher, l'appareil de chauffage au kérosène était placé dans le coin formé par les murs extérieurs, à 0,5 m des murs et l'essai se faisait dans chacune des conditions suivantes:

i) la fenêtre et la porte fermée;
ii) la fenêtre ouverte de 2,5 cm et la porte fermée; et
iii) la fenêtre fermée et la porte ouverte de 5 cm.

Les températures ont été mesurées au moyen de thermocouples n° 30 de type K (sans mise à la terre et sans cuirasse), placés à quatre endroits dans la chambre à coucher:

i) sur le tube d'échantillonnage des gaz placé à 1 m du devant de l'appareil et à 1,5 m du plancher;
ii) sur le mur le plus éloigné de l'appareil, à 1 m du plancher;
iii) sur le devant de l'appareil; et
iv) sur la surface supérieure de l'appareil.

Dans le salon, l'essai consistait à placer l'appareil de chauffage au milieu de la pièce, à 0,5 m de la fenêtre avant, et à vérifier la combustion. De nouveau, les thermocouples ont été placés à divers endroits:

i) sur le tube d'échantillonnage des gaz situé à 2 m du devant de l'appareil et à 1,5 m du plancher;
ii) dans la partie la plus éloignée de la salle à manger;
iii) sur la surface supérieure de l'appareil; et
iv) sur le devant de l'appareil.

La Figure 2 illustre le dispositif d'échantillonnage des gaz qui était placé dans la salle à manger. L'air de la pièce a été prélevé au moyen d'un tube, d'une pompe et d'un pupitre de contrôle qui amenaient l'air jusqu'aux analyseurs. Outre l'analyse de l'air dans la pièce où s'effectuait l'essai, la concentration des gaz dans les autres pièces a été mesurée au cours de certaines séries d'essais en y placant un tube d'échantillonnage des gaz (échantillonnage à distance). Le tube d'échantillonnage prenait approximativement 15 secondes à se purger, c'est-à-dire, pour que l'air qui s'y trouve

soit celui de la nouvelle pièce. Après l'échantillonnage à distance, le tube était remis dans la pièce où s'effectuait l'essai. La mesure de la concentration des gaz produits par la combustion s'est faite au moyen de:

i) l'analyseur de NO/NO_x Beckman, modèle 955;
ii) l'analyseur à l'infra-rouge d'oxyde de carbone Beckman, modèle 865; et
iii) l'analyseur à l'infra-rouge de bioxyde de carbone Beckman, modèle 685.

Un analyseur d'oxygène Scott, modèle 250, a été utilisé pour vérifier la teneur d'oxygène dans la pièce de l'essai. L'analyseur de NO/NO_x a été utilisé en mode NO_x afin de mesurer la concentration combinée d'oxyde nitrique (NO) et de peroxyde d'azote (NO_2). Les analyseurs de gaz ont été réglés avant et après chaque série d'essais, afin de tenir compte de toute erreur de lecture des instruments. Le réglage des divers analyseurs de gaz s'est effectué avec les gaz témoins et sur les échelles qui suivent:

i) 49,3 ppm de NO dans le N_2, échelle de 0 à 100 ppm;
ii) 71,3 ppm de CO dans le N_2, échelle de 0 à 100 ppm;
iii) 2,54 % de CO_2 dans le N_2, échelle de 0 à 2,5 %;
iv) 20,9 %de O_2 dans le N_2, échelle de 0 à 25 %; et
v) N_2 pur.

Les différences de potentiel correspondant aux concentrations du gaz pur et des gaz témoins pour chaque analyseur ont été relevées manuellement et au moyen d'un système de collecte de données. Une fois terminé le réglage de chaque analyseur, le dispositif de mesure des gaz a été mis en marche et les concentrations de départ ont été enregistrées avant d'allumer l'appareil de chauffage au kérosène.

Le système de collecte de données (SCD) comportait un micro-ordinateur Apple II Plus ainsi qu'un lecteur et multimètre combinés Fluke 7600A dotés d'unités de disques souples. Au cours des essais, le logiciel de l'ordinateur recevait les tensions de sortie des analyseurs de gaz et des thermocouples et emmagasinait ces données sur

des disques souples. Le logiciel recevait également des messages indiquant certains moments, comme l'allumage de l'appareil et l'échantillonnage à distance. Chaque tension de sortie était relevée quatre fois et la moyenne était mise en mémoire. La fréquence de ces enregistrements variait d'une fois par dix secondes au cours du réglage à une fois par minute au cours des essais. Une moyenne de quatre relevés suffisait pour le thermocouple et l'analyseur d'oxyde de carbone et de bioxyde de carbone, mais non pour les analyseurs de NO_x et d'oxygène, du fait que ces instruments étaient relativement bruyants. Malheureusement, le nombre de relevés ne pouvait être augmenté en raison du temps que prenait le programme du logiciel qui commandait le SCD.

Il s'est avéré nécessaire de régler et de faire fonctionner l'analyseur des gaz NO-NO_x sur l'échelle 0 à 100 ppm puisque le seul gaz de réglage disponible était de l'oxyde nitrique à 49,3 ppm. En théorie, l'analyseur a une réaction linéaire pour toute l'échelle de la concentration, ce que les résultats expérimentaux ont permis, en règle générale, de confirmer. L'étude des graphiques des concentrations de gaz en fonction du temps indique que l'analyseur de NO/NO_x fonctionnait correctement, puisque les variations dans la concentration de NO_x correspondaient aux concentrations d'oxyde et de bioxyde de carbone au moment de l'échantillonnage à distance ou lorsque la porte était ouverte pour abaisser la concentration des gaz dans la pièce. Toutefois, les relevés successifs de l'analyseur de NO/NO_x variaient plus que ceux de l'analyseur d'oxyde et de bioxyde de carbone et ils étaient donc moins précis. Pour des concentrations de NO_x inférieures à 0,2 ppm, il était difficile d'établir la valeur exacte de la concentration. Si un gaz de réglage moins concentré avait été disponible, cette difficulté aurait pu être éliminée.

Un logiciel d'ordinateur approprié a été utilisé pour traiter les données brutes. Des équations linéaires ont été utilisées pour convertir les tensions de sortie des analyseurs de gaz en concentration de gaz, en supposant une progression linéaire de l'erreur de l'instrument entre le premier et le deuxième réglage. La conversion des tensions pertinentes en relevés de température s'est effectuée à l'aide d'un algorithme du thermocouple. Les graphiques de

la concentration de gaz et de la température ont été réalisés avec un mini-ordinateur Digital MINC 11/23 et un traceur COMPLOT de Houston Instrument, modèle CPS-20.

Dans tous les essais, on a utilisé un kérosène transparent, analysé par les laboratoires de recherche sur le pétrole et le gaz, CANMET, Énergie, Mines et Ressources Canada (Tableau VIII).

Au cours des essais, l'appareil de chauffage au kérosène a été pesé (balance digitale de Toledo, modèle 8132) afin de déterminer la perte de masse subie par l'appareil durant la série d'essais. Ces données ont servi à calculer les taux de consommation de combustible.

Résultats et discussion

L'objet de la présente étude était de compléter les données préliminaires recueillies par l'ACC dans le cadre de son étude sur les concentrations de gaz dégagées dans une maison au cours de l'utilisation des appareils de chauffage au kérosène sans ventilateur. Les appareils choisis comprenaient deux de ceux qui avaient été mis à l'essai dans la maison de l'ACC (appareils 1 et 11) et deux autres appareils (numéros 6 et 7) de l'étude de l'ACC. Chacun de ces quatre appareils avait dégagé des concentrations relativement élevées, soit d'oxyde de carbone, soit de NO_x, au cours des essais susmentionnés. Trois nouveaux appareils et un appareil presque neuf étaient également utilisés aux fins de la présente étude. L'appareil n° 13 a été choisi pour représenter les appareils à rendement calorifique plus élevé et l'appareil n° 15, pour établir une comparaison par répétition avec l'appareil n° 7. Même si les appareils au kérosène à rendement calorifique supérieur à 15 000 BTU ne sont pas recommandés pour chauffer les maisons, l'appareil n° 16 a été étudié puisqu'on le trouve sur le marché et qu'il pourrait être utilisé à cette fin. L'appareil n° 14 avait précédemment fonctionné pendant plusieurs heures et au cours de plusieurs journées, dans notre laboratoire.

Le dispositif de mesure des gaz était placé dans la salle à manger, et les analyseurs de gaz sont restés allumés 24 heures par jour, car une stabilité thermique est nécessaire à l'exactitude des mesures. Rien n'indique que la présence du dispositif de réglage des gaz ait eu un effet quelconque sur les essais dans la chambre à coucher, mais la perte de chaleur des analyseurs de gaz a fait monter la température dans la salle à manger. Au cours des essais où l'appareil était dans le salon, la température aux environs du dispositif de mesure était généralement de 2°C à 4°C supérieure à celle du reste du salon. Si les analyseurs avaient été placés ailleurs, les températures du salon auraient vraisemblablement été plus basses que celles enregistrées.

Les données sur la température et la concentration des gaz relatifs aux essais dans la chambre à coucher après une et deux heures sont présentées aux Tableaux I(a), (b) et (c), alors que les résultats correspondants des essais dans le salon après trois heures figurent au Tableau II. La température du salon et la concentration des gaz dans toutes les pièces après une, deux et trois heures de fonctionnement de l'appareil se trouvent au Tableau III. Le Tableau IV comporte les résultats obtenus pour deux appareils qui fonctionnaient dans le salon, le ventilateur de la fournaise étant dans un cas allumé et dans l'autre, éteint. Les Figures 3 à 8 comportent certains graphiques représentant les concentrations de gaz en fonction du temps, les symboles indiquant certains faits observés au cours de l'essai sont expliqués en page 20. Les données sur la consommation de combustible de chaque appareil sont regroupées aux Tableaux VII(a) à (h), alors que les graphiques illustrant la consommation de combustible en fonction du temps sont présentés aux Figures 11 et 12.

Conformément à ce qui est indiqué dans les tableaux de concentration des gaz, les concentrations antérieures à l'essai ont été soustraites des grandeurs mesurées afin de pouvoir établir l'apport de l'appareil. Certaines concentrations antérieures étaient supérieures à la normale puisqu'il fallait commencer l'essai avant que la maison ne soit complètement aérée. Les concentrations antérieures aux essais figurent au Tableau V.

L'étude des données permet de confirmer que les concentrations les plus élevées de gaz dégagés dans la chambre à coucher survenaient lorsque la porte et la fenêtre étaient fermées. Par exemple, après que les appareils n° 1 et 7 eurent fonctioné une heure dans la chambre à coucher fermée, la concentration d'oxyde de carbone était montée à 40,1 ppm et à 35,8 ppm respectivement, alors que les appareils n° 11 et 16 avaient produit une concentration de 3,1 ppm et de 5,7 ppm de NO_x respectivement. Lorsque la porte était ouverte de 5 cm, ou la fenêtre de 2,5 cm, toutes les concentrations de gaz étaient considérablement moins élevées et les températures quelque peu moins hautes que lorsque la porte et la fenêtre étaient fermées. En comparaison, l'appareil n° 1, ayant fonctionné une heure dans la chambre à coucher avec la fenêtre ouverte de 2,5 cm, la concentration d'oxyde de carbone a monté à 13,9 ppm et, lorsque la porte était ouverte de 5 cm, à 9,3 ppm; dans les mêmes conditions et pour l'appareil n° 11, les concentrations de NO_x étaient de 1,8 ppm et 1,5 ppm. Des réductions comparables de la concentration des gaz ont été observées pour les autres appareils de chauffage. Le fait d'ouvrir la porte de 5,0 cm permettait aux gaz de s'échapper dans les autres chambres à coucher, quoique dans celles-ci les concentrations aient été quelque peu inférieures. Toutefois, il n'y a eu, à toutes fins utiles, aucune hausse de la concentration de ces gaz de combustion au rez-de-chaussée.

Les Figures 3 et 5 sont des graphiques illustrant des concentrations de gaz en fonction du temps lorsque la porte et la fenêtre de la chambre à coucher étaient fermées. L'échelle verticale pour chaque gaz est indiquée dans la partie supérieure droite du graphique: 0 à 10 ppm pour le NO_x; 0 à 100 ppm pour le CO; 0 à 2,5 % pour le CO_2; et 0 à 25 % pour l'O_2. Ces graphiques et les autres graphiques de concentration des gaz en fonction du temps n'ont pas été corrigés par la soustraction des concentrations antérieures à l'essai. La Figure 3 montre clairement le degré de bruit associé à la mesure de la concentration d'oxygène, mais une tendance à la baisse de ce gaz au cours de l'essai peut être néanmoins établie. Ce phénomène

a été observé dans les autres essais où la chambre à coucher était fermée, mais non lorsque la porte ou la fenêtre était ouverte. Selon les évaluations, la baisse de la concentration d'oxygène était de l'ordre de 0,5 % à 1,5 %, bien qu'elle soit rapidement revenue à la normale quand la porte a été ouverte. Les Figures 3 et 5 indiquent que la concentration des gaz avait tendance à devenir constante peu après deux heures de combustion, lorsque la chambre à coucher était fermée.

La Figure 5 illustre également la chute rapide de la concentration des gaz lorsque l'appareil était éteint et que la porte était ouverte de 5 cm. Le fait d'ouvrir et de fermer la porte pour éteindre l'appareil de chauffage contribuait sans aucun doute à la baisse de la concentration des gaz, mais la cause principale de cette baisse était le fait de laisser la porte entrouverte. Dans d'autres essais où la porte était complètement ouverte, la baisse de concentration était plus rapide. La Figure 9 montre que la température de la pièce baissait rapidement aussi lorsque l'appareil était éteint et la porte ouverte de 5 cm. La Figure 10 est un graphique de la température en fonction du temps pour le même appareil lorsque la fenêtre de la chambre à coucher était fermée et la porte ouverte de 5 cm. La courbe en dents de scie des graphiques de température est vraisemblablement due aux variations normales de température dans la pièce, causées par les courants de convection produits par l'appareil.

Les Figures 5 et 6 permettent de comparer les concentrations de gaz produites par le même appareil au cours d'essais avec la porte de la chambre à coucher fermée et ouverte. Les caractéristiques à retenir de ce dernier essai comprennent une concentration plus basse des produits de la combustion et un niveau constant de la concentration des polluants après quelque 30 minutes. L'échantillonnage à distance (Figure 6) a permis d'établir que dans les autres pièces, en particulier au rez-de-chaussée, la concentration des gaz de la combustion était plus basse. Lorsque l'appareil de chauffage était éteint, la concentration des gaz baissait dans la chambre à coucher à mesure que l'équilibre se faisait avec les autres pièces de la maison.

La Figure 7 illustre le rendement de l'appareil nº 11 dans la chambre à coucher dont la porte était fermée et la fenêtre ouverte de 2,5 cm. Dans cet essai, les concentrations de gaz étaient plus basses que lorsque la fenêtre était fermée. Même si à première vue il semblerait que les concentrations de NO_x sont supérieures à celles de l'oxyde de carbone, tel n'est pas le cas puisque l'échelle NO_x équivaut à un dixième de l'autre. Le graphique montre que l'état de stabilité a été atteint après environ 40 minutes, mais que les concentrations de gaz variaient dans le temps. Ces variations étaient probablement attribuables aux changements de la vitesse du vent qui modifiait le niveau de l'échange d'air entre la pièce et l'extérieur. Pareil phénomène a été observé au cours d'autres essais avec une fenêtre ouverte.

Les concentrations de gaz enregistrées au cours des essais effectués dans le salon figurent aux Tableaux II et III. Comme il fallait s'y attendre, les concentrations de gaz produits par la combustion étaient, pour le même appareil et pour une durée comparable, inférieures à celles produites dans la chambre à coucher. L'échantillonnage à distance a permis d'établir que les gaz étaient diffusés uniformément au-rez-de-chaussée et à l'étage supérieur, ce qui n'est pas surprenant du fait que les portes des chambres à coucher étaient ouvertes et qu'au-rez-de-chaussée il y a peu de cloisons. Les concentrations maximum mesurées au cours des essais dans le salon étaient de 1,1 ppm pour le NO_x, de 12,0 ppm pour l'oxyde de carbone et de 0,9 ppm pour le bioxyde de carbone. Les graphiques des concentrations normales de gaz en fonction du temps pour les essais dans le salon sont présentés aux Figures 4 et 8. Ces graphiques indiquent également qu'il a fallu trois heures ou plus pour que les concentrations de gaz atteignent une valeur constante dans le salon.

Lors des essais effectués à Orléans au cours de la dernière semaine d'avril et des deux premières semaines de mai, la température extérieure se situait la plupart du temps entre 5°C et 10°C, bien que dans un cas elle ait atteint 18°C. Il est vrai que dans la plupart des régions du Canada, les températures hivernales sont beaucoup plus basses et que cette condition pourrait influer sur la température des pièces au cours des essais, notamment celui dans la chambre à coucher

avec la fenêtre ouverte. Il s'agit d'une considération importante puisque la température de la pièce est, en règle générale, le facteur qui détermine l'utilisation de l'appareil de chauffage au kérosène. Toutefois, il est impossible de calculer avec précision la température des pièces lorsque la température extérieure est de -25°C ou -35°C, en raison du grand nombre de variables et d'hypothèses qui sont nécessaires.

En étudiant les données, il a été supposé que la limite supérieure du confort est de 28°C et que la plupart des gens éteindrait l'appareil si la température de la pièce montait davantage. Le temps écoulé avant que la température n'atteigne 28°C et les concentrations de gaz de combustion correspondantes sont indiqués au Tableau VI pour chaque essai. Quant aux essais dans la chambre à coucher, le temps nécessaire pour que la température monte jusqu'à 28°C était relativement court: en effet, le temps maximum était de 35 minutes pour l'appareil n° 6 et, au deuxième rang, de 32 minutes pour l'appareil n° 7. Après 32 minutes, l'appareil n° 7 avait produit des concentrations de gaz de 9,1 ppm d'oxyde de carbone et aucune concentration détectable de NO_x. En revanche, l'appareil n° 6 a produit des concentrations de 6 ppm d'oxyde de carbone et de 1 ppm de NO_x après 35 minutes, et au cours des 90 minutes suivantes, la température de la pièce n'a grimpé que de 4°C, soit jusqu'à 32°C, alors que la concentration de NO_x demeurait à 1 ppm.

Au cours des essais dans le salon, une autre source de chaleur, à savoir le dispositif d'échantillonnage des gaz, faisait monter la température de la pièce. Par conséquent le temps écoulé avant que la température n'atteigne 28°C était plus court pour chaque appareil qu'il ne l'aurait été en l'absence du dispositif en question. Néanmoins, plusieurs des appareils ne suffisaient pas à faire monter la température jusqu'à 28°C après trois heures, notamment l'appareil n° 11 qui, après avoir fonctionné deux heures, a produit une concentration de 0,5 ppm de NO_x et, après trois heures, de 0,9 ppm. Dans ces conditions, les occupants de la maison auraient été exposés à des concentrations de NO_x supérieures à 0,5 ppm pour plus d'une heure, peu importe où ils se trouvaient au-rez-de-chaussée et à l'étage supérieur. Il a été observé qualitativement que la température des

chambres à coucher était sensiblement inférieure à celle du salon. Par conséquent, il est possible qu'une température supérieure à 28°C soit tolérée dans le salon afin de mieux chauffer les autres pièces. Dans un tel cas, la durée de l'exposition à une concentration de NO_x de plus de 0,5 ppm aurait été encore plus longue.

L'étude des Tableaux IX a) à b) a révélé que la température de la surface supérieure de tous les appareils dépassait 200°C lorsqu'ils étaient allumés, voire 300°C dans plusieurs cas. À cet égard, la plus haute température enregistrée était de 370°C pour l'appareil n° 13, dans la chambre à coucher, lorsque la fenêtre était ouverte et la porte, fermée. Dans ce cas, la température de la pièce a atteint 57°C, mais au cours des essais dans le salon, lorsque la température de la pièce ne dépassait pas 27°C, la surface supérieure de l'appareil n° 11 était de 350°C. La température de la surface supérieure de l'appareil n° 13 au cours de l'essai dans le salon n'a pas été indiquée. La surface supérieure de chaque appareil était d'accès facile et pouvait aisément être touchée. Même le devant de certains appareils sont devenus considérablement plus chauds que l'air de la pièce. La température mesurée sur le devant des appareils dans le salon variait entre 35°C et 78°C.

Les températures de la pièce indiquées aux Tableaux I à IV et VI ont été mesurées au moyen d'un thermocouple placé à proximité du tube d'échantillonnage, à 1,5 m du plancher. Les températures enregistrées étaient comparables à celle indiquée par le thermomètre suspendu au même endroit et par un deuxième thermocouple placé contre le mur, à environ 1 m du plancher. Dans certains essais avec des appareils de chauffage à convection, la température du devant de l'appareil était inférieure à celle de l'air de la pièce. Selon toute vraisemblance, il s'agit là d'une stratification thermique normale, due à l'effet produit par les appareils à convection lorsque l'air frais est aspiré dans la partie inférieure de l'appareil.

Les résultats mettent en lumière un des caractères des appareils de chauffage au kérosène qui a été observé à l'occasion des essais en chambre effectués par l'ACC: il est difficile de répéter les mêmes rendements dans des essais de contrôle. Les facteurs qui influent sur

le rendement des appareils comprennent les variations d'efficacité des appareils et l'impossibilité pour l'expérimenteur d'ajuster la mèche exactement à la même hauteur d'une série d'essais à l'autre. Les appareils nos 7 et 15 étaient du même modèle, mais l'appareil no 7 consommait moins de combustible tout en produisant de plus fortes concentrations d'oxyde de carbone et de plus faibles concentrations de bioxyde de carbone. En outre, la température des surfaces de l'appareil no 7 était généralement inférieure à celle de l'appareil no 15. Puisque ce dernier produisait constamment plus de chaleur que le premier, il est probable que les différences constatées étaient attribuables aux appareils eux-mêmes et non à la façon dont l'expérimenteur avait ajusté la mèche. En revanche, l'appareil no 6 a donné sensiblement la même courbe de température dans l'essai où la chambre à coucher était fermée que dans celui où la porte de cette pièce était ouverte. Relativement à ces deux essais, les graphiques de la température en fonction du temps sont présentés aux Figures 9 et 10. Il semblerait que dans ce cas, les différences de rendement sont attribuables à l'ajustement de la mèche.

Au cours des essais, la masse de l'appareil a été mesurée afin de pouvoir établir le taux de consommation de kérosène. Ces données figurent aux Tableaux VIIa) à h) et les graphiques typiques de consommation de combustible en fonction du temps se trouvent aux Figures 11 et 12. Pour chaque appareil, les coordonnées établies au cours des quatre essais ont été portées sur un même graphique, mais les courbes n'ont pas été tracées, pour ne pas créer de confusion. Le kérosène a été analysé par le Laboratoire du pétrole et du gaz, CANMET, Énergie, Mines et Ressources Canada, et les résultats de ce travail font l'objet du Tableau VIII. Il a été décidé de vérifier la consommation de combustible en raison de la possibilité d'une baisse de consommation lorsque la concentration des produits de la combustion devenait élevée et qu'il y avait pénurie d'oxygène. Le taux de consommation de combustible était, dans la plupart des cas, une fonction linéaire, mais des intersections ailleurs qu'au point 0 se sont produites du fait qu'au début de l'essai, avant que l'expérimentateur n'ait fini d'ajuster la mèche, celle-ci était soit trop haute, soit trop basse. Au cours des essais dans la chambre à coucher fermée, le taux de consommation de combustible était

généralement plus bas. Vers la fin des essais, il semblait y avoir une tendance à la baisse des taux de consommation de combustible et, comme il a été indiqué plus tôt, de la concentration d'oxygène, mais les essais se sont terminés avant que cela ne puisse être confirmé.

Conclusions

En supposant que les gens éteindraient les appareils de chauffage au kérosène si la température de la pièce atteignait 28°C, la plupart des appareils ne fonctionneraient pas assez longtemps pour produire des concentrations de NO_x supérieures à 0,5 ppm ou d'oxyde de carbone supérieures à 12 ppm. C'était tout particulièrement le cas lorsque la pièce était grande ou qu'une porte ou une fenêtre était ouverte afin d'améliorer la circulation de l'air. Toutefois, les températures extérieures lors des essais n'étaient pas représentatives de la rigueur habituelle des hivers canadiens. Des températures extérieures plus basses auraient probablement exigé une plus longue durée de fonctionnement des appareils pour élever la température des pièces à 28°C et auraient peut-être entraîné de plus fortes concentrations des gaz de la combustion.

Les essais ont permis d'établir que deux appareils produisaient des concentrations de NO_x supérieures à 0,5 ppm dans des conditions qui peuvent être tenues pour représentatives de l'utilisation réelle. Ces concentrations excessives ont duré plus d'une heure et la température de la pièce n'a pas dépassé 28°C dans un cas et 32°C dans l'autre.

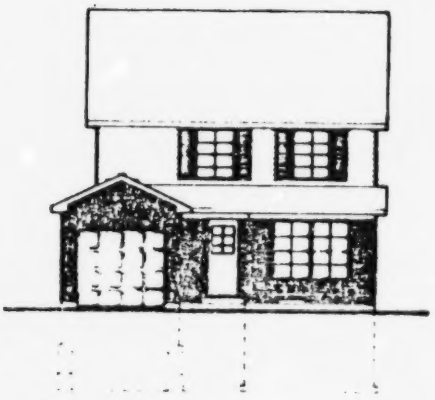
Des mesures ont permis d'établir que la température de la surface supérieure de tous les appareils dépassait 200°C et même 300°C dans certains cas. Cette surface était exposée et directement accessible. L'installation d'un grillage protecteur réduirait la facilité d'accès à cette surface.

Recommandations

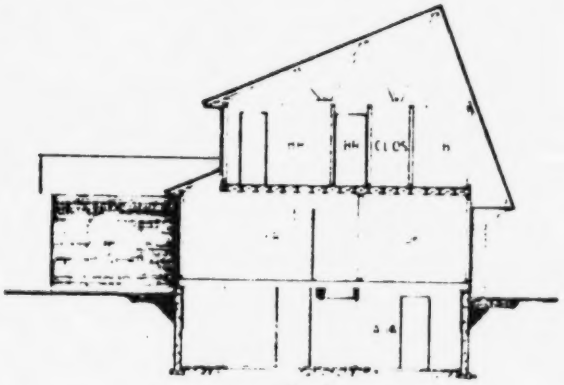
Des essais ultérieurs devraient être menés dans la maison à Orléans, ou dans une maison semblable, au cours des mois d'hiver, afin d'effectuer des mesures lorsque la température extérieure est à -25°C ou plus basse. En outre, des essais devraient être faits dans une pièce de grandeur équivalente à une chambre à coucher principale et peut-être même d'un salon, c'est-à-dire, de 35 à 50 m^3. Les essais devraient avoir pour objet la vérification d'autres gaz ou émanations, comme le bioxyde de soufre et les hydrocarbures. L'analyseur de NO_x devrait être réglé en fonction de l'échelle 0 à 10 ppm ou, si celle-ci est trop sensible (bruyante) en fonction de celle allant de 0 à 25 ppm. De plus, il faudrait tenter de mesurer les concentrations d'oxyde nitrique et de bioxyde d'azote.

Remerciements

Nous remercions la Division de la recherche en bâtiment du Conseil national des recherches du Canada d'avoir mis à notre disposition leurs installations d'essai des maisons et le Laboratoire du pétrole et du gaz, CANMET, d'Énergie, Mines et ressources Canada d'avoir analysé le kérosène.

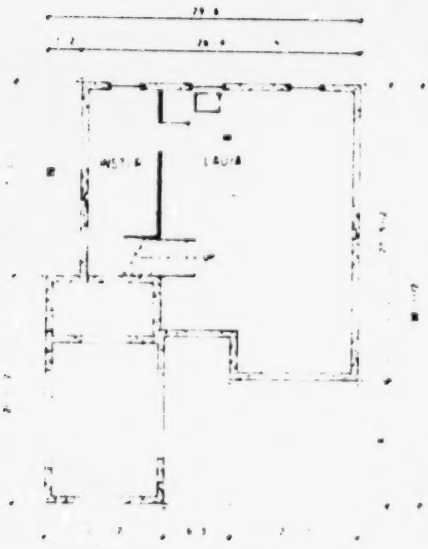


VUE DE FACE

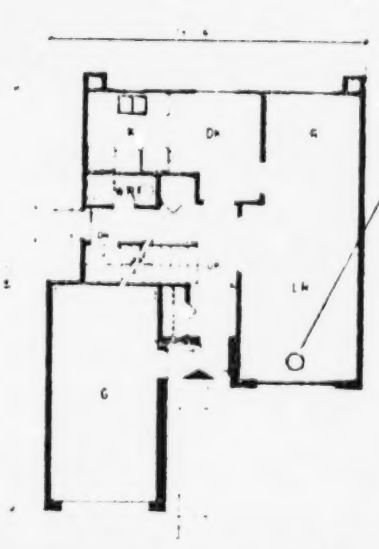


VUE DE CÔTÉ

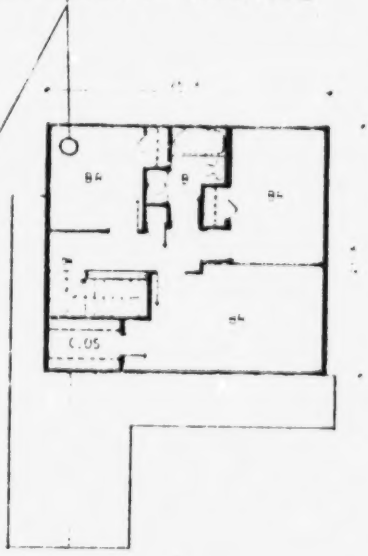
ENDROIT DES APPAREILS DE CHAUFFAGE



PLAN DU SOUS-SOL



PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE



PLAN DE L'ÉTAGE

FIGURE I - PLANS DE LA MAISON À ORLÉANS

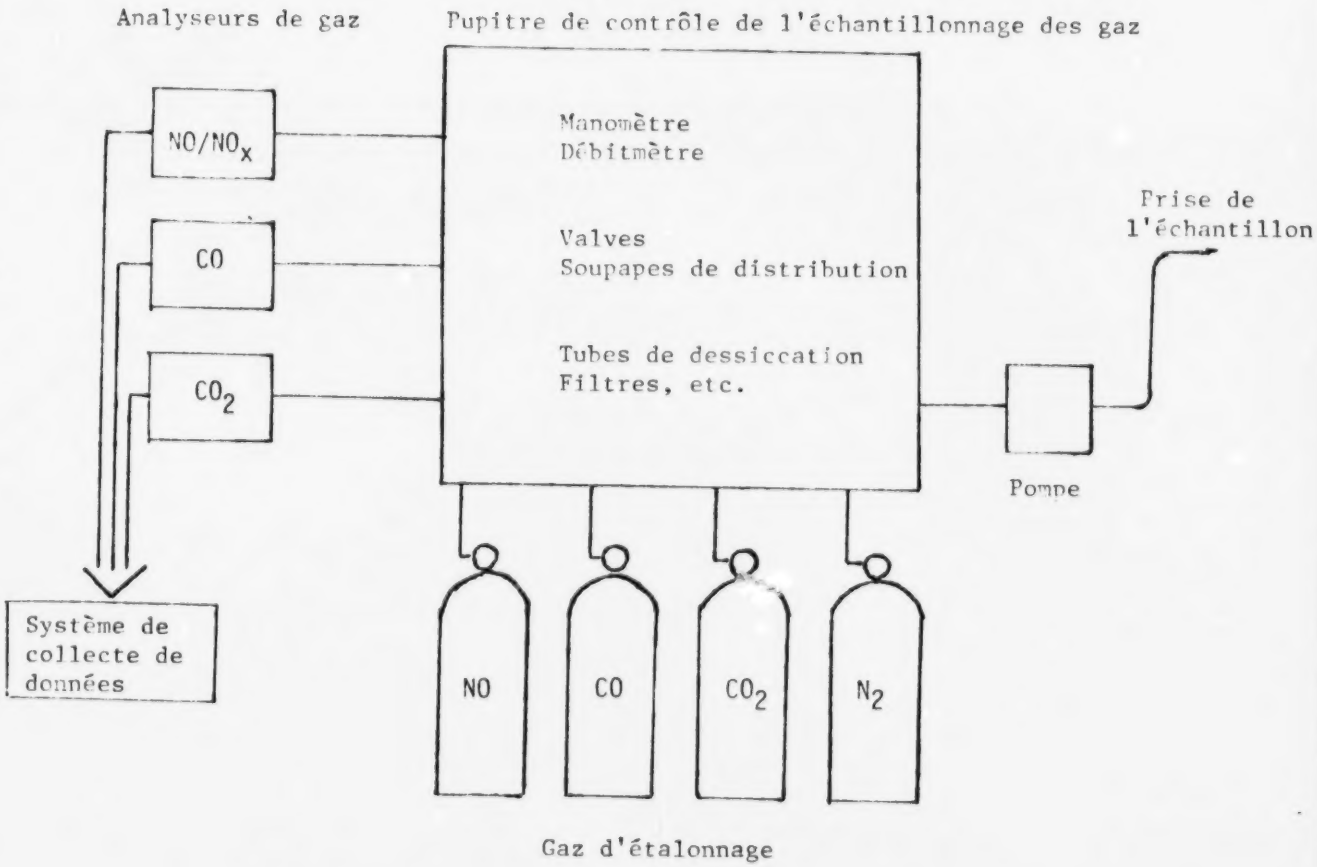


FIGURE 2

DISPOSITIF D'ECHANTILLONNAGE DES GAZ

Explication des symboles utilisés dans les graphiques de la Concentration des gaz en fonction du temps

D2 - Porte de la chambre à coucher ouverte de 2" (5.0 cm)
DW - Porte de la chambre à coucher grande ouverte
RS - Échantillonnage à distance
HO - Appareil de chauffage éteint

FIGURE 3

H1A28.110

1 - Sunbeam OHRG28H

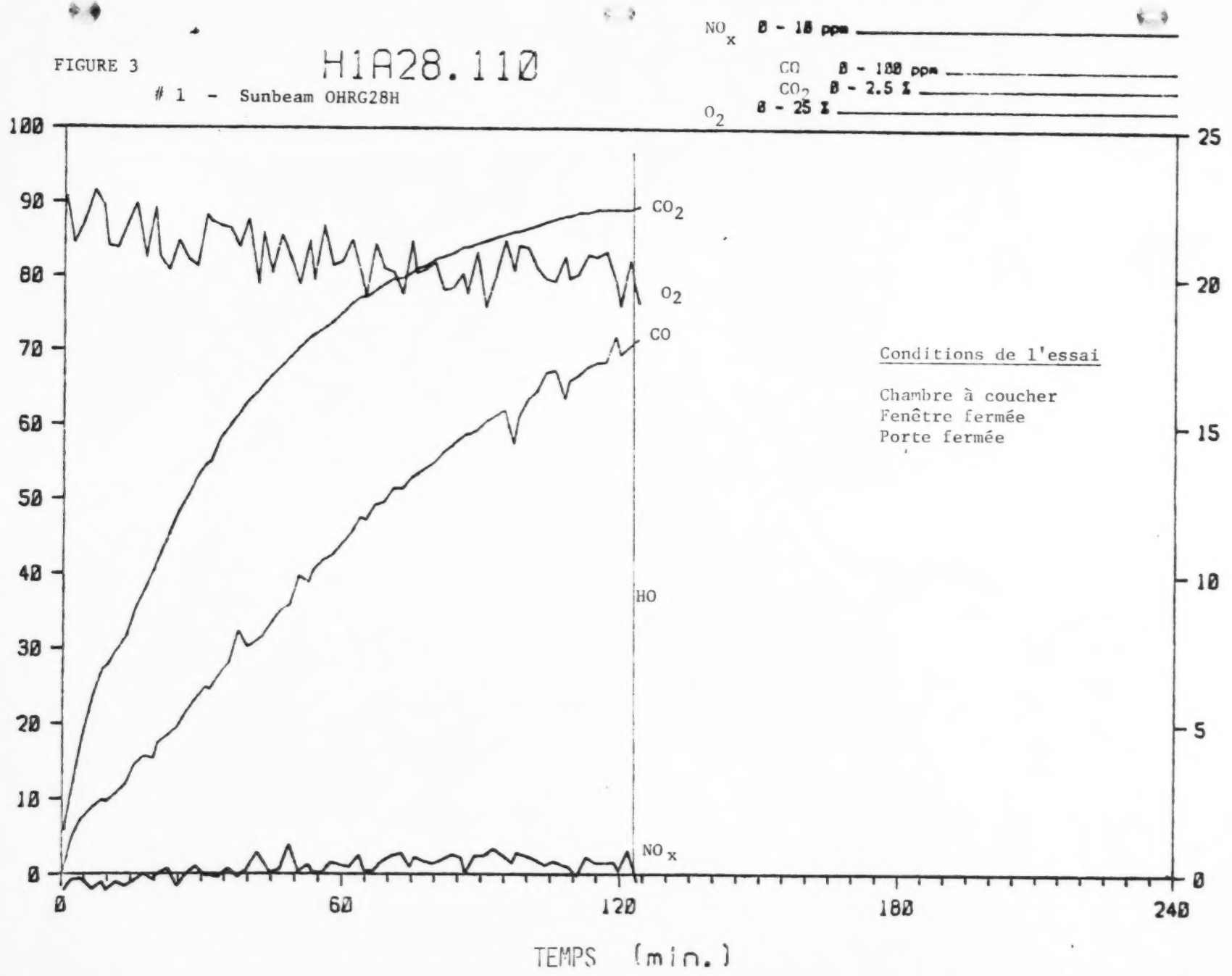


FIGURE 4

H1M10.110

1 - Sunbeam OHRG28H

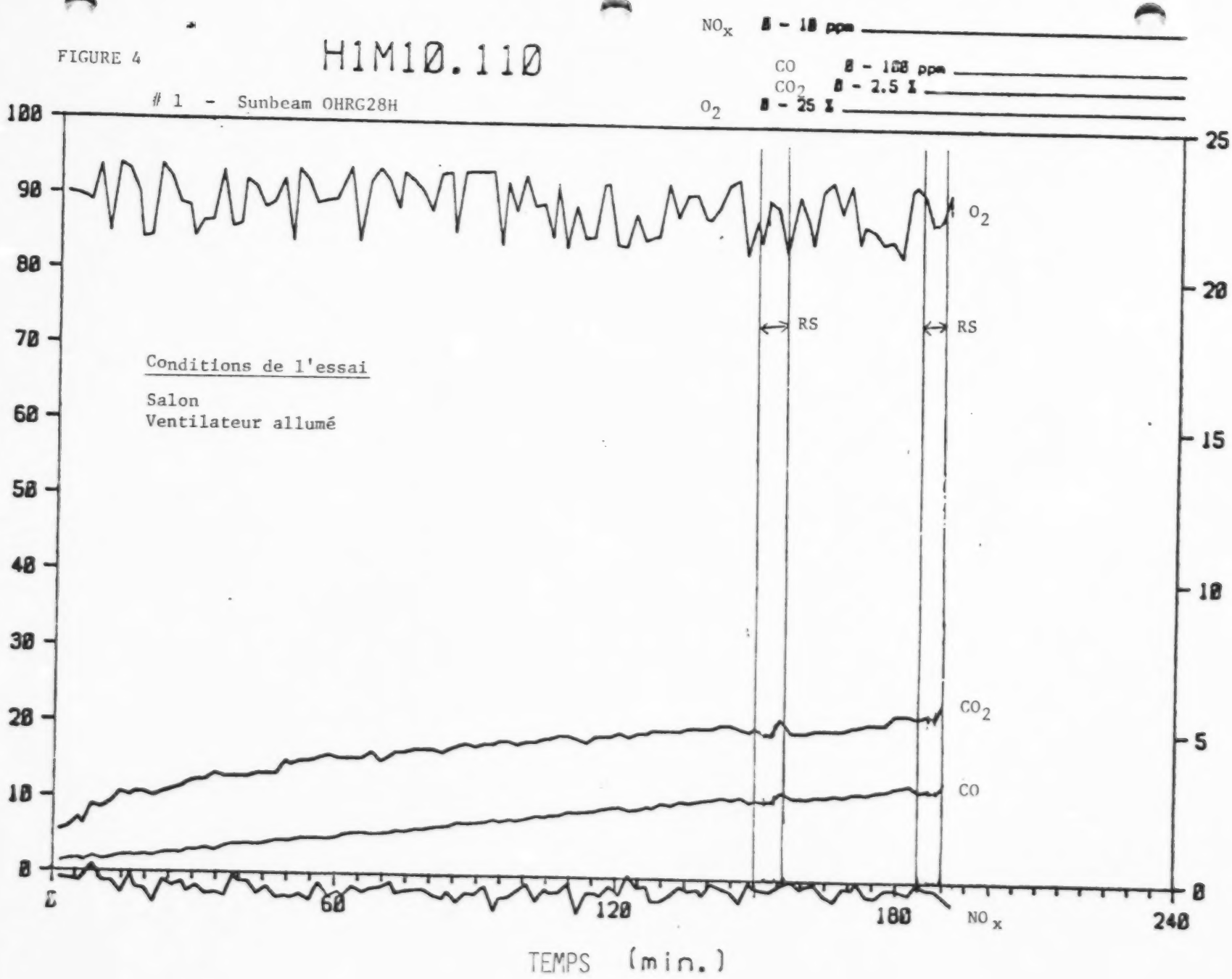


FIGURE 5

H6M8C.110

6 - Kero-Sun Moonlighter

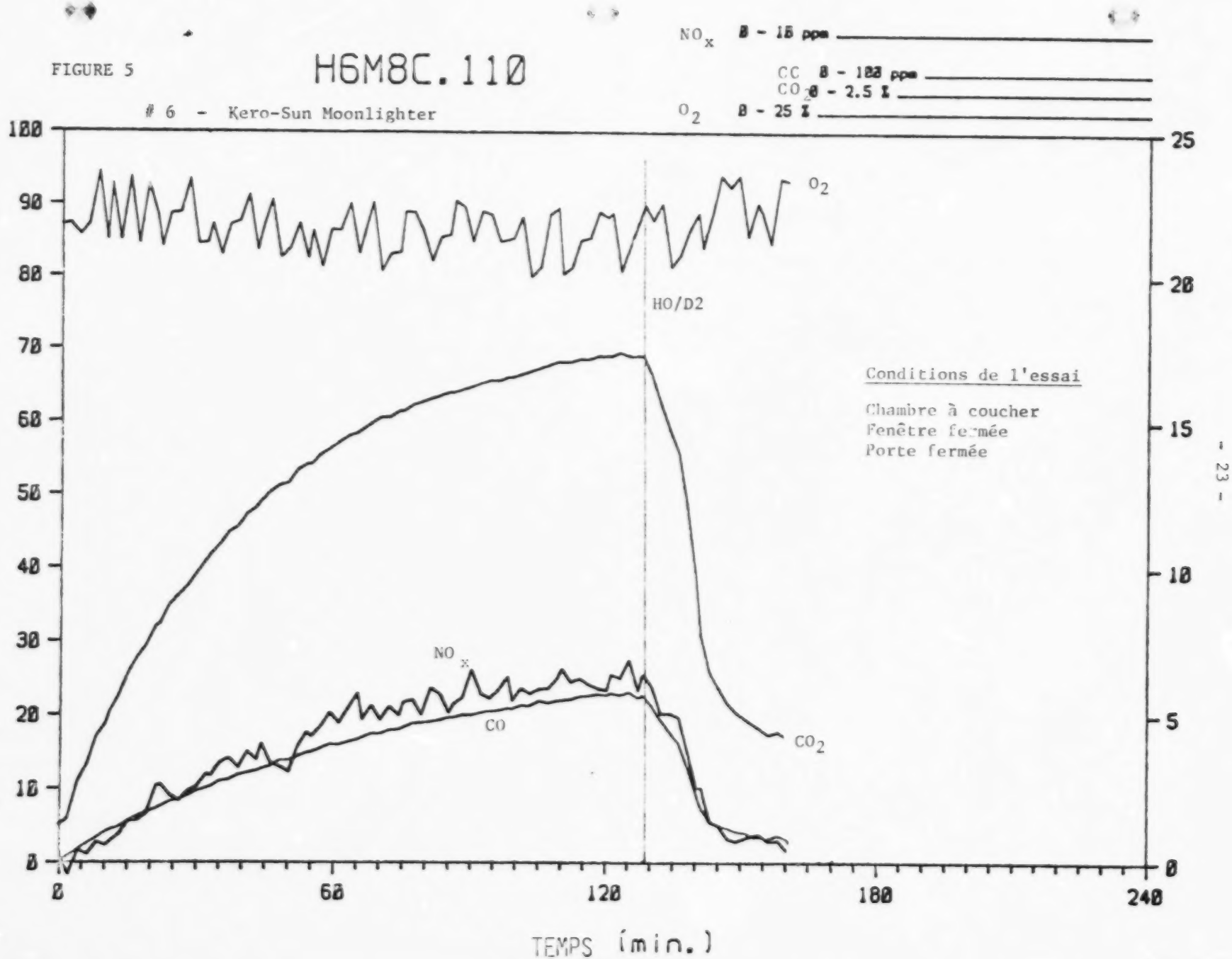


FIGURE 6

H6M8B.110

6 - Kero-Sun Moonlighter

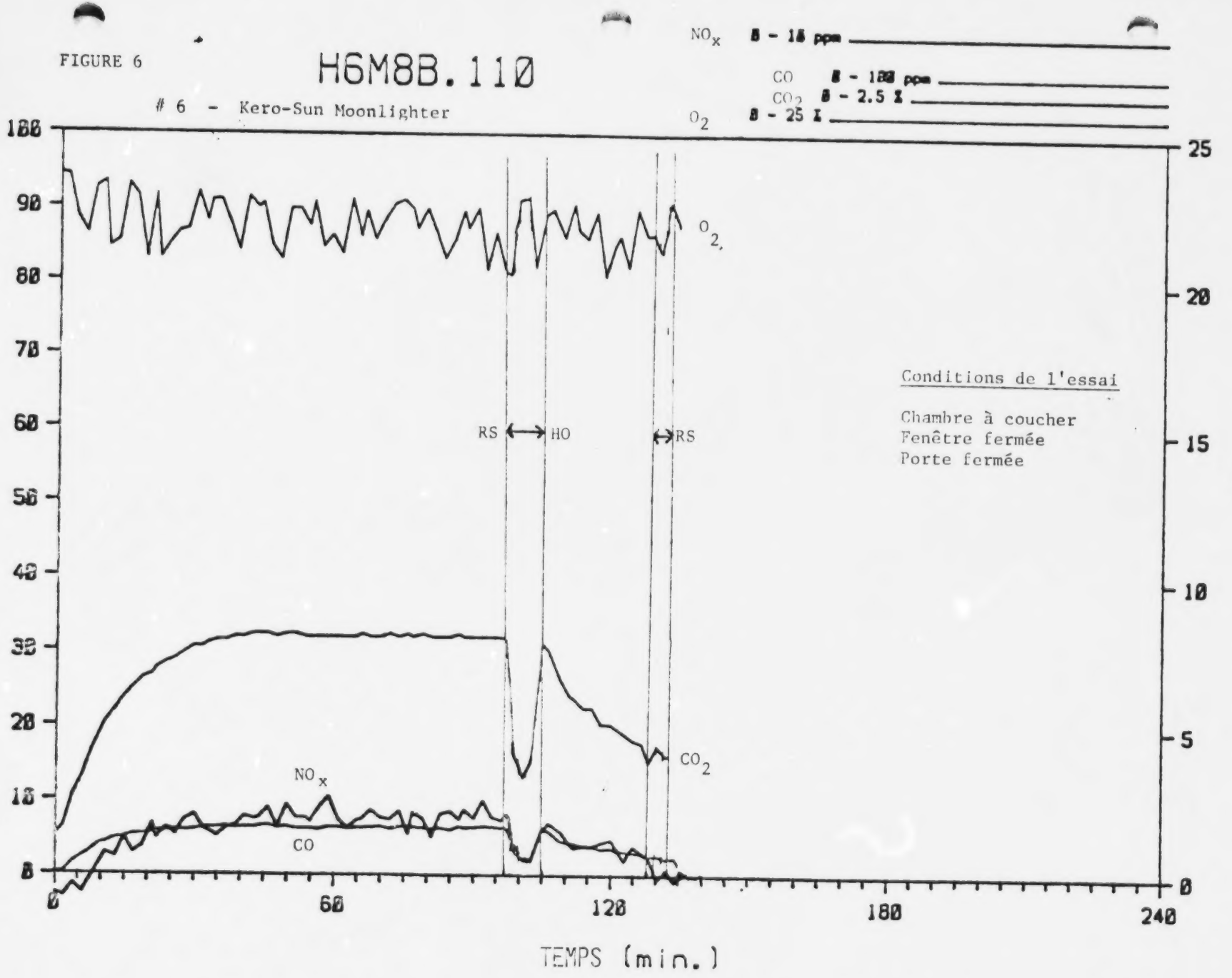


FIGURE 7

H11M5A.110

11 - Keymar Sundowner KM-80

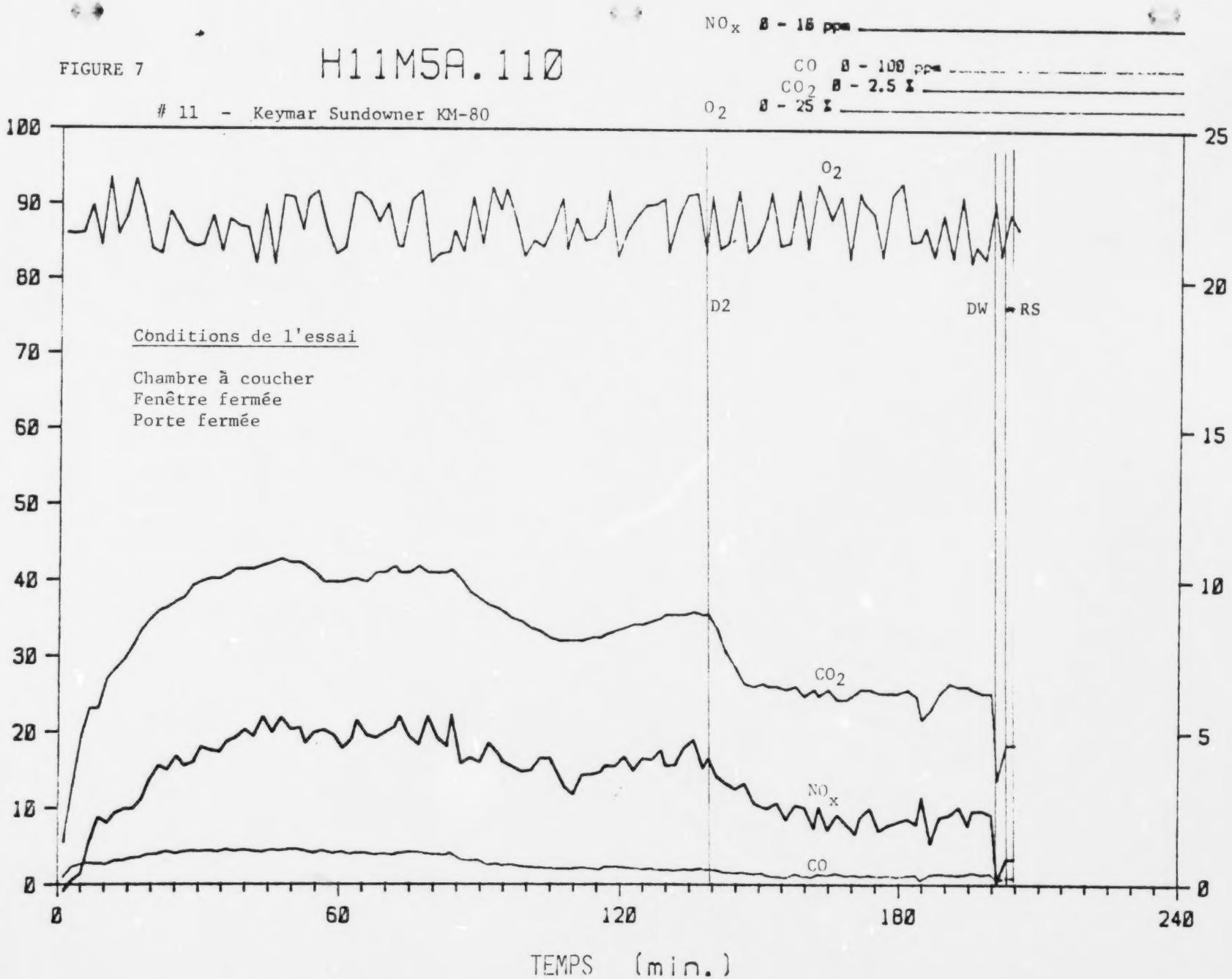


FIGURE 8

H15M13.110

15 - Kero-Sun Radiant 10

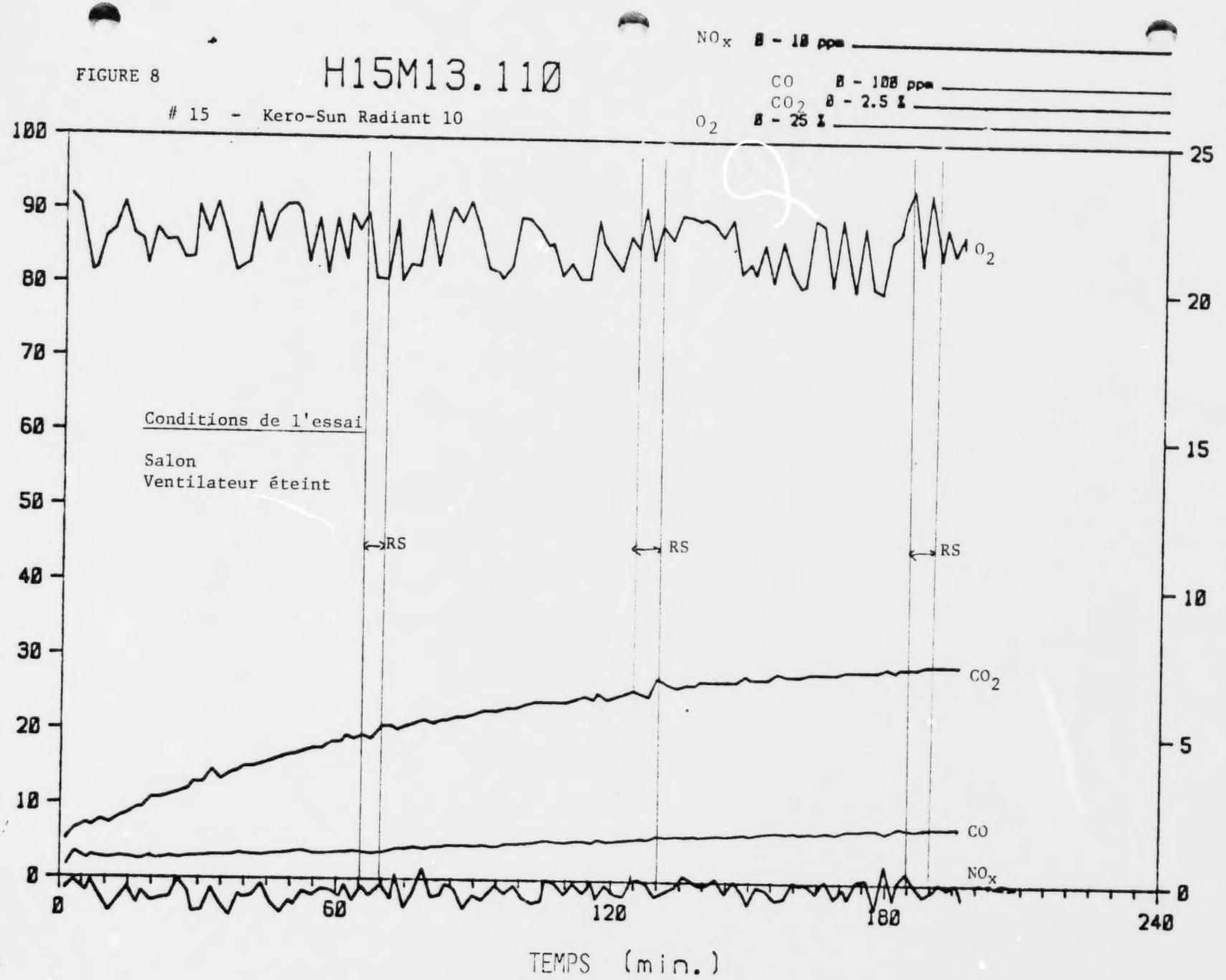


FIGURE 9

H6M8C.110

6 - Kero-Sun Moonlighter

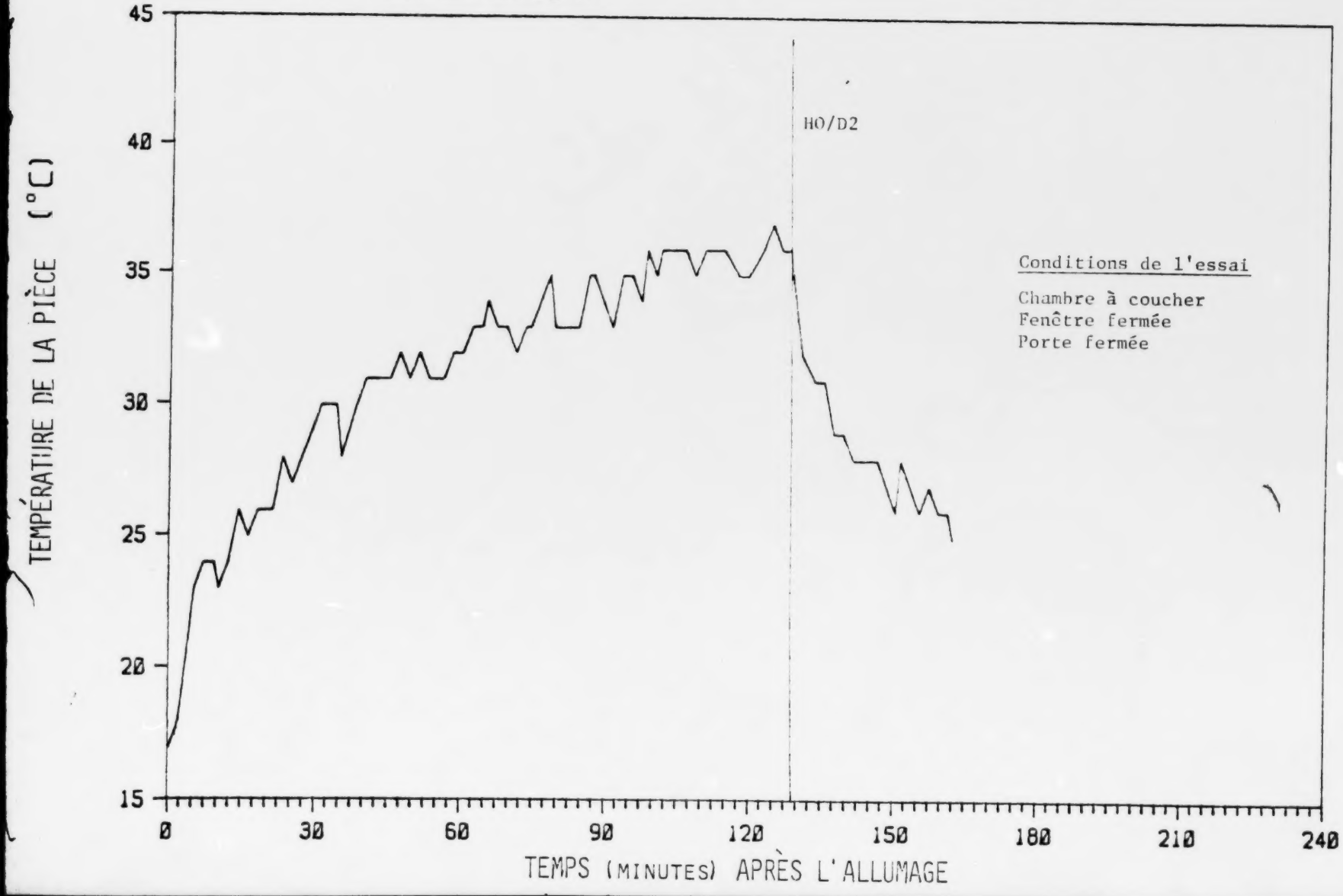


FIGURE 10

H6M8B.110

6 - Kero-Sun Moonlighter

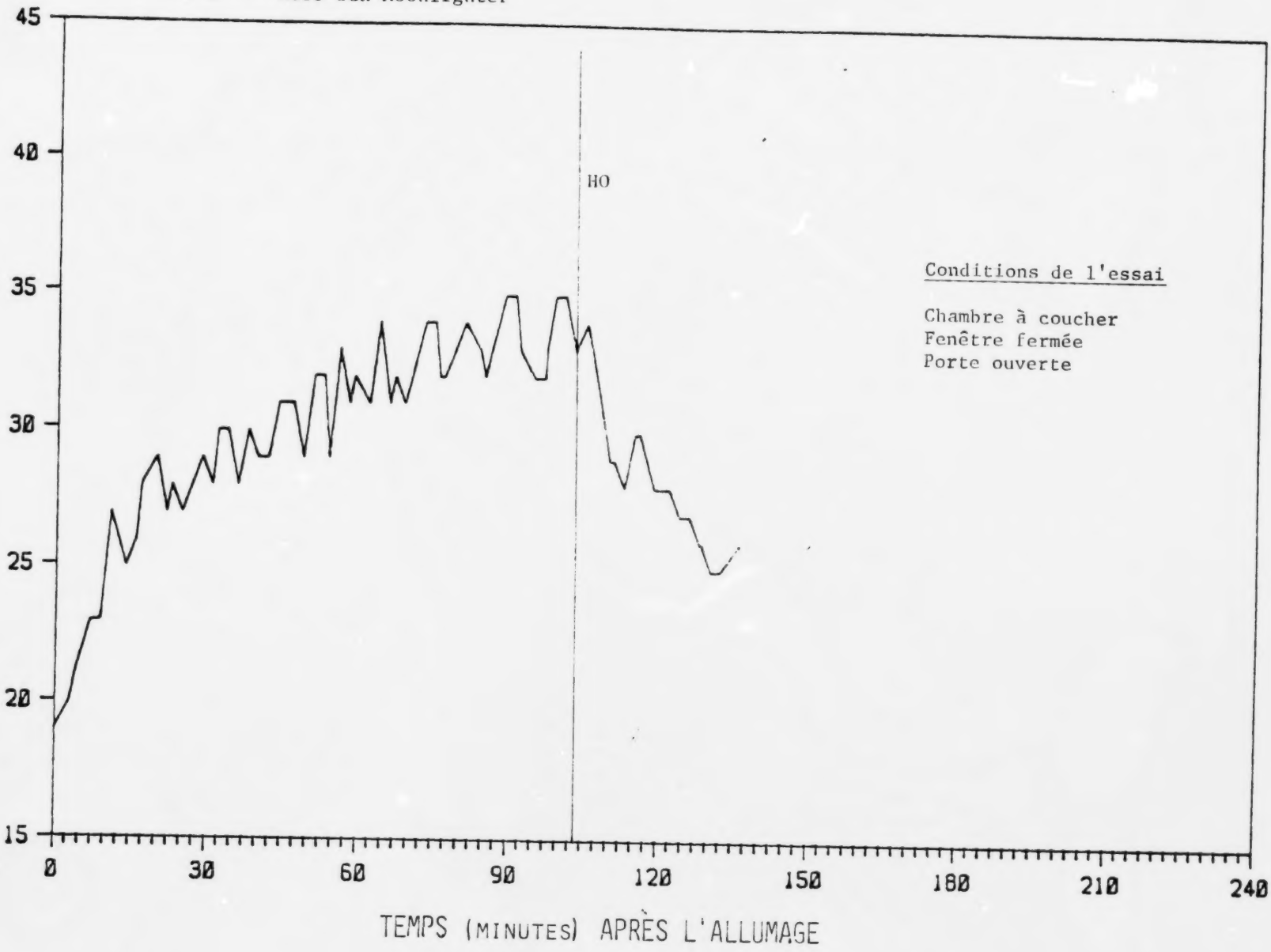


FIGURE 11

CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE DE L'APPAREIL # 7

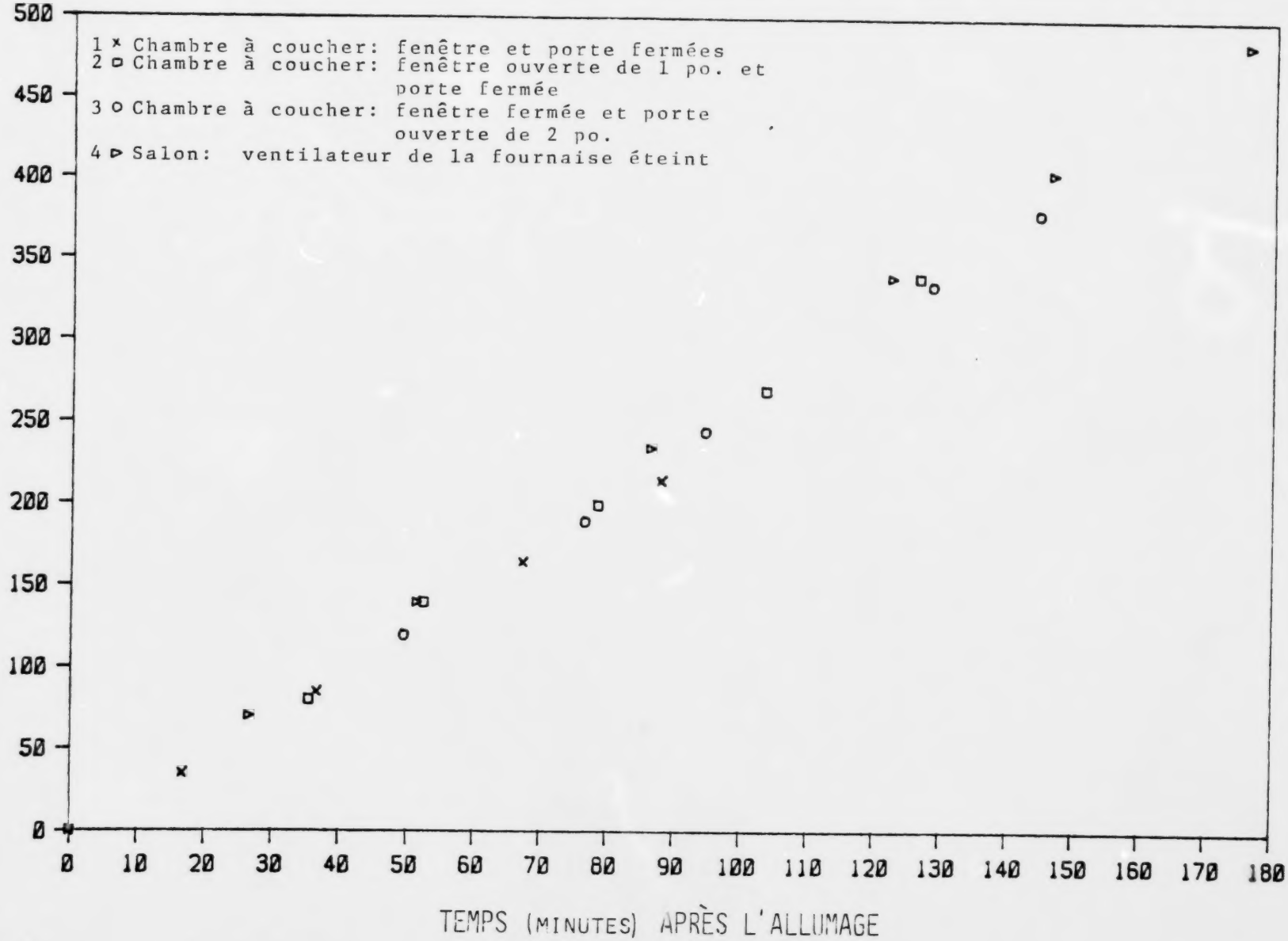


FIGURE 12

CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE DE L'APPAREIL # 11

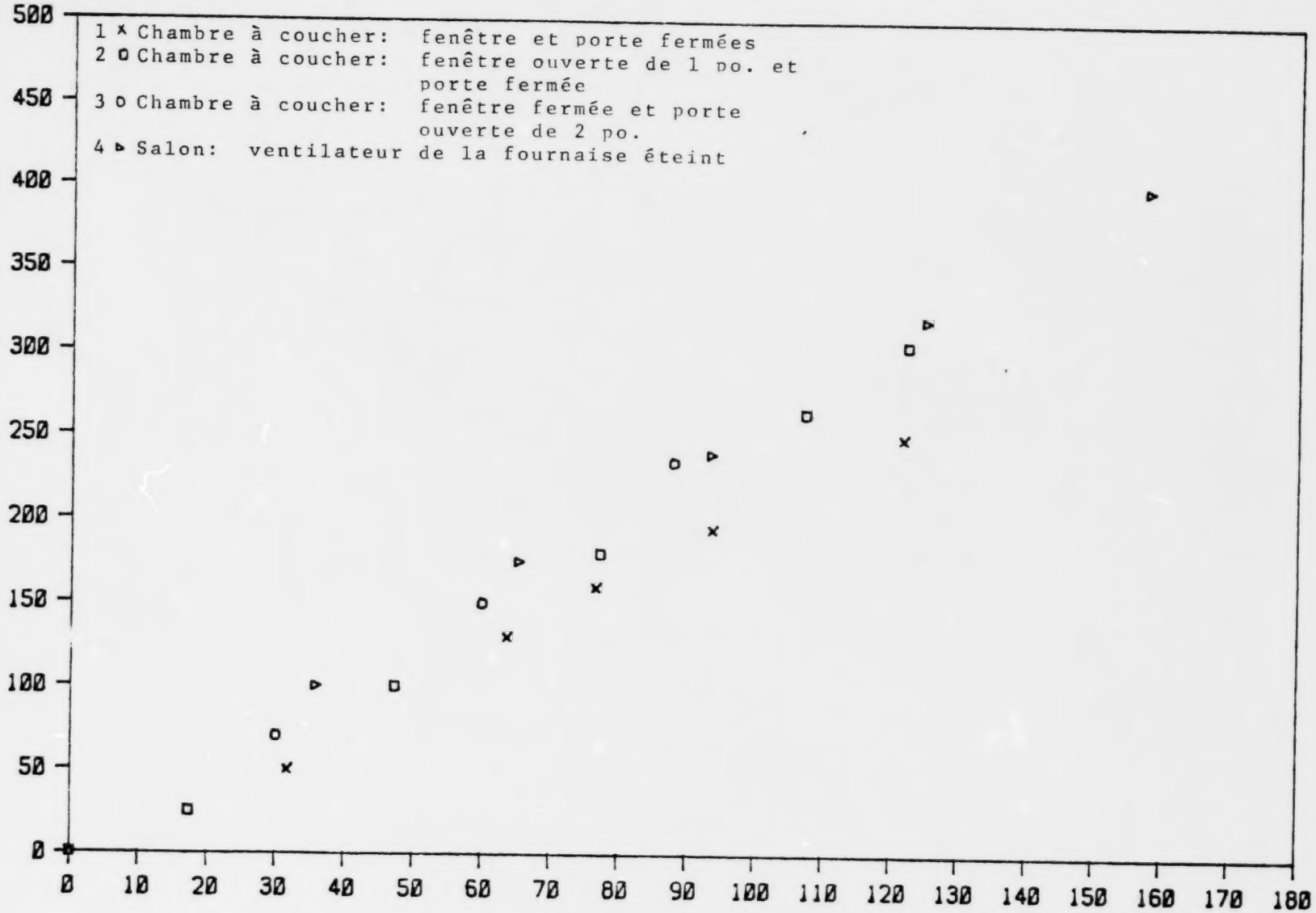


TABLEAU I(a) - Concentration des gaz dans la chambre à coucher (fenêtre et porte fermées) après une heure

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Température extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	45	0.2	40.1	1.6	16 - 17
6. Kero-Sun Moonlighter	32	1.9	14.9	1.2	3 - 6
7. Kero-Sun Radiant 10	39	-	35.8	1.5	1 - 2
11. Keymar Sundowner KM-80	37	3.1	11.1	1.5	9 - 12
13. Kero-Sun Omni 85	49	2.1	3.9	1.9	12 - 13
14. Kero-Sun Radiant 8	41	0.8	17.7	1.6	8 - 9
15. Kero-Sun Radiant 10	41	0.4	17.6	1.7	6 - 7
16. Irwin Turco Heritage	62	5.7	3.1	2.1	2 - 3

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)

\- Indique que le gaz n'a pas été détecté

TABLEAU I(b) - Concentration des gaz dans la chambre à coucher
(fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée)

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce (°C)		NO_x* (ppm)		CO* (ppm)		CO_2* (%)		Température extérieure (°C)
	1 h	2 h	1 h	2 h	1 h	2 h	1 h	2 h	
1. Sunbeam OHRG28H	39	42	-	-	13.9	9.9	0.7	0.6	7 - 11
6. Kero-Sun Moonlighter	30	32	1.0	1.0	6.7	5.8	0.7	0.7	3 - 11
7. Kero-Sun Radiant 10	31	37	0.1	0.2	7.7	8.3	0.5	0.5	4 - 5
11. Keymar Sundowner KM-80	37	41	1.8	1.7	3.2	1.3	0.8	0.7	9 - 11
13. Kero-Sun Omni 85	45	55	1.5	1.4	1.0	1.0	1.1	1.1	6 - 9
14. Kero-Sun Radiant 8	37	40	0.1	0.1	7.4	7.1	0.6	0.6	6 - 7
15. Kero-Sun Radiant 10	40	45	0.2	0.4	7.4	7.4	0.9	0.8	6 - 11
16. Irwin Turco Heritage	45	N/A	1.9	N/A	0.5	N/A	0.9	N/A	1 - 3

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)

- Indique que le gaz n'a pas été détecté

N/D - non disponible

TABLEAU I(c) - Concentration des gaz dans la chambre à coucher
(fenêtre fermée et porte ouverte de 5 cm)

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce (°C)		NO_x* (ppm)		CO* (ppm)		CO_2* (%)		Température extérieure (°C)
	1 h	1.5 h	1 h	1.5 h	1 h	1.5 h	1 h	1.5 h	
1. Sunbeam OHRG28H	32	32	-	0.1	9.3	12.1	0.4	0.5	11 - 14
6. Kero-Sun Moonlighter	32	36	1.3	1.0	5.9	5.9	0.6	0.6	6 - 12
7. Kero-Sun Radiant 10	34	38	0.2	-	9.7	11.8	0.7	0.7	1 - 2
11. Keymar Sundowner KM-80	38	41	1.5	1.5	2.0	2.2	0.7	0.8	10 - 12
13. Kero-Sun Omni 85	45	51	0.6	0.8	1.8	1.8	0.9	0.9	15 - 16
14. Kero-Sun Radiant 8	41	42	-	0.1	6.6	6.3	0.7	0.6	11 - 12
15. Kero-Sun Radiant 10	41	44	-	-	5.5	5.9	0.8	0.8	13 - 14
16. Irwin Turco Heritage	56	59	2.3	2.4	-	-	1.0	1.1	1 - 3

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)

- Indique que le gaz n'a pas été détecté

N/D - non disponible

TABLEAU II - Concentration des gaz dans le salon après trois heures

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Température extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	26	-	9.1	0.5	4 - 5
6. Kero-Sun Moonlighter	26	-	3.7	0.3	5 - 6
7. Kero-Sun Radiant 10	27	-	10.4	0.5	3 - 5
11. Keymar Sundowner KM-80	27	0.5	2.4	0.5	3 - 7
13. Kero-Sun Omni 85	31	0.5	0.9	0.6	8 - 12
14. Kero-Sun Radiant 8	29	-	10.4	0.4	5 - 7
15. Kero-Sun Radiant 10	29	0.5	4.8	0.6	5 - 12
16. Irwin Turco Heritage	32	0.7	1.7	0.8	12 - 18

* Corrigé en fonction des concentration antérieures à l'essai (voir Tableau V)

- Indique que le gaz n'a pas été détecté

TABLEAU III - Concentration des gaz dans les diverses pièces au cours des essais dans le salon

N° et marque de l'appareil	Heures après l'allumage												
	UNE				DEUX				TROIS				
	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	
1. Sunbeam OHRG28H													
(a) Salon	25	-	4.0	0.3	26	0.1	6.8	0.4	26	-	9.1	0.5	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		-	5.2	0.3		-	7.8	0.5		0.3	10.6	0.5	
(c) Deuxième chambre à coucher		-	5.0	0.4		0.2	8.1	0.5		0.4	10.6	0.5	
(d) Chambre à coucher principale		-	4.8	0.4		0.3	8.3	0.5		0.2	10.4	0.5	4 - 5
(e) Cuisine		-	4.7	0.4		0.2	7.9	0.5		0.2	10.5	0.5	
6. Kero-Sun Moonlighter													
(a) Salon	25	-	1.9	0.1	26	-	2.8	0.2	26	-	3.7	0.3	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		-	1.6	0.1		-	2.8	0.2		0.2	3.3	0.2	
(c) Deuxième chambre à coucher		-	1.2	0.1		-	2.1	0.2		-	2.8	0.2	
(d) Chambre à coucher principale		-	0.8	0.1		-	2.1	0.2		0.1	3.1	0.3	5 - 6
(e) Cuisine		-	1.3	0.1		0.1	2.4	0.2		-	3.0	0.3	
7. Kero-Sun Radiant 10													
(a) Salon	26	-	3.3	0.3	26	-	7.2	0.4	27	0.2	10.4	0.5	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		-	4.1	0.3		-	8.0	0.4		-	10.7	0.5	
(c) Deuxième chambre à coucher		-	3.9	0.3		-	7.7	0.4		-	10.6	0.5	
(d) Chambre à coucher principale		-	3.8	0.3		-	8.2	0.4		-	10.8	0.5	3 - 5
(e) Cuisine		-	4.5	0.3		-	8.4	0.4		-	12.0	0.5	

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)

- Indique qu'aucun gaz n'a été détecté

TABLEAU III - Suite

N° et marque de l'appareil	Heures après l'allumage: UNE Temp. (°C)	UNE NO_x* (ppm)	UNE CO* (ppm)	UNE CO_2* (%)	DEUX Temp. (°C)	DEUX NO_x* (ppm)	DEUX CO* (ppm)	DEUX CO_2* (%)	TROIS Temp. (°C)	TROIS NO_x* (ppm)	TROIS CO* (ppm)	TROIS CO_2* (%)	
11. Keymar Sundowner KM-80													
(a) Salon	23	-	0.6	0.3	25	0.5	1.5	0.5	27	0.9	2.4	0.5	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		-	0.8	0.3		0.5	2.0	0.5		0.9	2.7	0.5	
(c) Deuxième chambre à coucher		0.3	0.8	0.3		0.7	1.8	0.5		1.1	2.8	0.5	
(d) Chambre à coucher principale		0.1	0.7	0.4		0.4	1.8	0.5		1.1	2.4	0.6	3 - 7
(e) Cuisine		0.4	1.4	0.3		0.8	2.2	0.4		1.1	2.9	0.5	
13. Kero-Sun Omni 85													
(a) Salon	28	0.2	0.1	0.4	30	0.6	0.8	0.6	31	0.5	0.9	0.6	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		0.3	-	0.3		0.4	0.3	0.5		0.6	0.5	0.6	
(c) Deuxième chambre à coucher		0.1	-	0.3		0.3	0.3	0.5		0.4	0.7	0.6	
(d) Chambre à coucher principale		-	-	0.3		0.4	0.4	0.5		0.6	0.9	0.6	8 - 12
(e) Cuisine		0.6	0.2	0.4		0.6	0.7	0.6		0.6	1.2	0.7	
14. Kero-Sun Radiant 8													
(a) Salon	28	-	3.3	0.3	29	-	7.1	0.4	29	-	10.4	0.4	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		-	4.2	0.3		-	7.9	0.4		-	11.5	0.5	
(c) Deuxième chambre à coucher		-	4.0	0.3		-	7.5	0.4		-	11.3	0.5	
(d) Chambre a coucher principale		-	4.5	0.3		-	7.6	0.4		-	11.2	0.5	5 - 7
(e) Cuisine		-	4.4	0.4		0.1	8.1	0.4		-	11.7	0.5	

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)

\- Indique qu'aucun gaz n'a été détecté

TABLEAU III - Suite

N° et marque de l'appareil	Heures après l'allumage												
	UNE				DEUX				TROIS				
	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	
15. Kero-Sun Radiant 10													
(a) Salon	26	-	1.8	0.3	28	0.2	3.6	0.5	29	0.5	4.8	0.6	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		-	2.3	0.4		0.1	4.1	0.5		0.2	5.7	0.6	
(c) Deuxième chambre à coucher		-	2.0	0.4		-	3.8	0.5		0.1	5.4	0.6	
(d) Chambre à coucher principale		-	1.7	0.3		0.2	3.7	0.5		-	5.4	0.6	5 - 12
(e) Cuisine		-	2.0	0.4		-	4.1	0.5		0.1	5.4	0.6	
16. Irwin Turco Heritage													
(a) Salon	30	0.1	0.6	0.5	31	0.6	1.3	0.7	32	0.7	1.7	0.8	Température extérieure (°C)
(b) Première chambre à coucher		0.2	0.6	0.5		0.5	1.3	0.7		1.0	1.5	0.9	
(c) Deuxième chambre à coucher		0.2	1.1	0.5		0.5	1.6	0.8		1.0	2.0	0.8	
(d) Chambre à coucher principale		-	0.8	0.5		0.5	1.2	0.8		0.8	1.8	0.9	12 - 18
(e) Cuisine		0.4	0.7	0.4		1.1	1.1	0.6		1.1	1.7	0.7	

* Corrigé en fonction des concentration antérieures à l'essai (voir Tableau V)

- Indique qu'aucun gaz n'a été détecté

TABLEAU IV - Concentration des gaz dans le salon après deux heures

N° et marque de l'appareil	VENTILATEUR ÉTEINT					VENTILATEUR ALLUMÉ				
	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. extérieure (°C)	Temp. (°C)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	26	0.1	6.8	0.4	4 - 5	25	0.1	8.2	0.3	5 - 6
6. Kero-Sun Moonlighter	26	-	2.8	0.2	5 - 6	24	0.1	2.6	0.3	3 - 6

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)

- Indique qu'aucun gaz n'a été détecté

TABLEAU V - Concentrations des gaz antérieures aux essais

Gaz	Concentration
NO_x	0 - 0.8 ppm
CO	0.2 - 3.5 ppm
CO_2	0.1 - 0.3%

TABLEAU VI - Concentration des gaz dans la pièce de l'essai à 28°C

N° et marque de l'appareil	Pièce et conditions d'essai	Temp. initiale de la pièce (°C)	Temps pour atteindre 28°C (minutes)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	CC: FF/PF	24	5	-	5.5	0.3	16 - 17
	CC: FF/PO	21	13	-	6.2	0.2	11 - 14
	CC: FO/PF	22	8	-	6.7	0.3	7 - 11
	SN	21	(27°C @ 205)	0.1	10.2	0.5	4 - 5
6. Kero-Sun Moonlighter	CC: FF/PF	17	23	0.9	7.0	0.6	3 - 6
	CC: FF/PO	18	17	0.6	4.9	0.5	6 - 12
	CC: FO/PF	19	35	1.0	6.0	0.6	3 - 11
	SN	25	(27°C @ 188)	-	3.2	0.3	5 - 6
7. Kero-Sun Radiant 10	CC: FF/PF	18	12	0.1	8.6	0.4	1 - 2
	CC: FF/PO	14	17	0.2	9.1	0.6	1 - 2
	CC: FO/PF	14	32	-	9.1	0.5	4 - 5
	SN	22	173	-	10.3	0.5	3 - 5
11. Keymar Sundowner KM-80	CC: FF/PF	17	16	0.7	4.9	0.6	9 - 12
	CC: FF/PO	19	6	0.6	1.7	0.4	10 - 12
	CC: FO/PF	19	11	0.9	1.7	0.5	9 - 11
	SN	20	(26°C @ 195)	0.9	2.5	0.5	3 - 7

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)
- Indique que le gaz n'a été détecté
CC - Chambre à coucher; FF - Fenêtre fermée; PF - Porte fermée; PO - Porte ouverte;
FO - Fenêtre ouverte; SN - Salon

TABLEAU VI - Suite

N° et marque de l'appareil	Pièce et condition d'essai	Temp. initiale de la pièce (°C)	Temps pour atteindre 28°C (minutes)	NO_x* (ppm)	CO* (ppm)	CO_2* (%)	Temp. extérieure (°C)
13. Kero-Sun Omni 85	CC: FF/PF	26	2	-	0.3	0.1	12 - 13
	CC: FF/PO	25	4	-	2.7	0.1	15 - 16
	CC: FO/PF	22	7	-	2.1	0.3	6 - 9
	SN	25	40	-	-	0.3	8 - 12
14. Kero-Sun Radiant 8	CC: FF/PF	22	8	-	7.4	0.4	8 - 9
	CC: FF/PO	24	8	0.3	7.7	0.3	11 - 12
	CC: FO/PF	20	10	0.2	6.4	0.4	6 - 7
	SN	24	40	-	2.2	0.2	5 - 7
15. Kero-Sun Radiant 10	CC: FF/PF	18	9	-	6.6	0.6	6 - 7
	CC: FF/PO	20	8	-	4.4	0.4	13 - 14
	CC: FO/PF	18	12	-	5.7	0.5	6 - 11
	SN	23	113	-	3.4	0.5	5 - 12
16. Irwin Turco Heritage	CC: FF/PF	22	2	-	1.1	0.2	2 - 3
	CC: FF/PO	22	1	-	0.9	0.2	1 - 3
	CC: FO/PF	17	5	0.3	1.7	0.4	1 - 3
	SN	26	16	-	0.4	0.2	12 - 18

* Corrigé en fonction des concentrations antérieures à l'essai (voir Tableau V)
- indique que le gaz n'a été détecté
CC - Chambre à coucher; FF - Fenêtre fermée; PF - Porte fermée;
PO - Porte ouverte; FO - Fenêtre ouverte; SN - Salon

TABLEAU VII a) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 1 Sunbeam OHRG28H

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	15.075	0	0	14.745	0	0	14.620	0	0	13.480	0
125.3	14.785	290	38.1	14.635	110	31.0	14.535	85	37.7	13.370	110
			54.9	14.600	145	60.5	14.450	170	68.0	13.280	200
			66.9	14.555	190	89.4	14.375	245	98.2	13.195	285
			97.5	14.475	270	119.4	14.290	330	129.5	13.105	375
			113.0	14.430	315	149.5	14.215	405	160.8	13.020	460
									189.2	12.940	540
Taux moyen de consommation de combustible: 139 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 167 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 163 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 171 g/h		

TABLEAU VII b) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 6 Kero-Sun Moonlighter

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	9.190	0	0	9.135	0	0	9.380	0	0	8.620	0
11.9	9.175	15	34.1	9.080	55	32.6	9.325	55	27.8	8.575	45
41.9	9.125	65	76.1	9.025	110	62.6	9.275	105	57.8	8.520	100
56.9	9.100	90	94.1	8.965	170	92.6	9.220	160	88.1	8.465	155
71.9	9.075	115	124.1	8.910	225				126.6	8.390	230
86.9	9.055	135							148.0	8.355	265
101.9	9.030	160							177.0	8.305	315
121.9	9.000	190									
Taux moyen de consommation de combustible: 94 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 109 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 104 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 106 g/h		

TABLEAU VII c) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 7 Kero-Sun Radiant 10

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	15.615	0	0	15.525	0	0	15.050	0	0	15.905	0
16.8	15.580	35	35.5	15.445	80	49.5	14.930	120	26.6	15.835	70
36.6	15.530	85	52.5	15.385	140	76.5	14.860	190	51.4	15.765	140
67.3	15.450	165	78.5	15.325	200	94.5	14.805	245	86.4	15.670	235
88.0	15.400	215	103.5	15.255	270	128.5	14.715	335	122.4	15.565	340
			126.5	15.185	340	144.5	14.670	380	146.6	15.500	405
									176.4	15.420	485
Taux moyen de consommation de combustible: 146 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 161 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 158 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 165 g/h		

TABLEAU VII d) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 11 - Keymar Sundowner KM-80

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	10.505	0	0	11.445	0	0	10.765	0	0	7.705	0
31.7	10.455	50	17.3	11.420	25	30.0	10.695	70	35.8	7.605	100
63.7	10.375	130	47.3	11.345	100	60.0	10.615	150	65.3	7.530	175
76.7	10.345	160	77.3	11.265	180	88.0	10.530	235	93.5	7.465	240
93.7	10.310	195	107.3	11.180	265				125.0	7.385	320
121.7	10.255	250	122.3	11.140	305				157.8	7.305	400
Taux moyen de consommation de combustible: 123 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 150 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 160 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 152 g/h		

TABLEAU VII e) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 13 Kero-Sun Omni 85

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre couverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	10.805	0	0	11.950	0	0	11.570	0	0	12.570	0
37.2	10.690	115	34.4	11.820	130	21.3	11.495	75	28.0	12.455	115
52.2	10.640	165	64.2	11.690	260	51.3	11.380	190	55.3	12.330	240
67.2	10.590	215	92.3	11.580	370	81.3	11.270	300	115.7	12.055	515
			122.3	11.450	500				146.8	11.915	655
Taux moyen de consommation de combustible: 192 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 245 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 221 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 268 g/h		

TABLEAU VII f) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 14 Kero-Sun Radiant 8

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	11.475	0	0	11.820	0	0	11.415	0	0	12.215	0
35.6	11.390	85	18.2	11.780	40	26.2	11.350	65	32.1	12.125	90
65.6	11.320	155	31.0	11.730	90	52.2	11.280	135	62.1	12.035	180
			49.3	11.690	130	81.6	11.195	220	70.6	12.025	190
			79.0	11.615	205				92.1	11.965	250
			108.0	11.530	290				122.1	11.895	320
									152.1	11.815	400
Taux moyen de consommation de combustible: 142 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 161 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 162 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 158 g/h		

TABLEAU VII g) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 15 Kero-Sun Radiant 10

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	12.880	0	0	12.615	0	0	11.980	0	0	13.710	0
9.3	12.850	30	29.1	12.515	100	33.2	11.875	105	34.4	13.600	110
24.3	12.810	70	56.7	12.425	190	62.6	11.775	205	64.0	13.510	200
39.1	12.760	120	86.9	12.330	285	92.6	11.680	300	94.0	13.410	300
69.3	12.670	210	116.5	12.225	390				124.0	13.320	390
									154.0	13.230	480
									184.0	13.140	570
Taux moyen de consommation de combustible: 182 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 201 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 194 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 186 g/h		

TABLEAU VII h) - Données sur la consommation de combustible

N° et marque de l'appareil: # 16 Irwin Turco Heritage N° 31050

Chambre à coucher: Fenêtre et porte fermées			Chambre à coucher: Fenêtre ouverte de 2.5 cm et porte fermée			Chambre à coucher: Fenêtre fermée et porte ouverte de 5.0 cm			Salon		
Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)	Temps après l'allumage (min.)	Poids de l'appareil (kg)	Poids total du combustible consommé (g)
0	14.340	0	0	15.700	0	0	14.980	0	0	14.085	0
11.7	14.260	80	24.1	15.540	160	17.4	14.865	115	17.7	13.970	115
21.7	14.205	135	30.1	15.495	205	34.4	14.755	225	31.2	13.900	185
31.7	14.155	185	40.1	15.430	270	50.8	14.650	330	95.0	13.570	515
41.7	14.100	240	50.1	15.370	330	79.9	14.555	425	120.7	13.445	640
51.7	14.055	285	60.8	15.305	395	93.0	14.465	515	150.7	13.290	795
61.7	14.010	330					14.395	585	180.7	13.150	935
Taux moyen de consommation de combustible: 321 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 390 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 378 g/h			Taux moyen de consommation de combustible: 311 g/h		

TABLEAU VIII - Analyse du Kérosène*

1.	Analyseur des éléments PE 240	
	Carbone, % en poids	85.49
	Hydrogène, % en poids	13.61
2.	Azote, ppm en poids (Chimiluminescence Dohrmann)	2.2
3.	Soufre, ppm en poids (Technique de Wickbold)	83
4.	Cendres, % en poids	0.002

* Laboratoire du pétrole et du gaz, CANMET
Énergie, Mines et Ressources Canada

TABLEAU IX a) - Températures maximums au cours des essais (chambre à coucher - fenêtre et porte fermées)

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce* (°C)	Temp. de la surface supérieure (°C)	Temp. du devant de l'appareil (°C)	Temp. extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	49 (107)	274	59	16 - 17
6. Kero-Sun Moonlighter	36 (9[illegible])	229	37	3 - 4
7. Kero-Sun Radiant 10	42 (80)	211	46	1 - 2
11. Keymar Sundowner KM-80	43 (112)	293	57	8 - 10
13. Kero-Sun Omni 85	59 (111)	327	57	11 - 13
14. Kero-Sun Radiant 8	49 (149)	268	71	8 - 9
15. Kero-Sun Radiant 10	46 (85)	259	87	6 - 7
16. Irwin Turco Heritage	62 (57)	319	55	2

* Les chiffres entre parenthèses donnent le temps en minutes après l'allumage pour que la température de la pièce atteigne le degré maximum.

TABLEAU IX b) - Températures maximums au cours des essais (chambre à coucher - fenêtre ouverte de 2,5 cm et porte fermée)

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce* (°C)	Temp. de la surface supérieure (°C)	Temp. du devant de l'appareil (°C)	Temp. extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	44 (180)	264	64	7 - 11
6. Kero-Sun Moonlighter	34 (123)	243	33	3 - 12
7. Kero-Sun Radiant 10	37 (115)	207	46	3 - 5
11. Keymar Sundowner KM-80	43 (115)	328	65	6 - 14
13. Kero-Sun Omni 85	57 (137)	370	49	6 - 9
14. Kero-Sun Radiant 8	43 (146)	281	71	6 - 8
15. Kero-Sun Radiant 10	47 (115)	256	81	6 - 11
16. Irwin Turco Heritage	54 (89)	352	41	1 - 3

* Les chiffres entre parenthèses donnent le temps en minutes après l'allumage pour que la température de la pièce atteigne le degré maximum.

TABLEAU IX c) - Températures maximums au cours des essais (chambre à coucher - fenêtre fermée et porte ouverte de 5 cm)

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce* (°C)	Temp. de la surface supérieure (°C)	Temp. du devant de l'appareil (°C)	Temp. extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	36 (121)	233	49	11 - 14
6. Kero-Sun Moonlighter	36 (89)	244	33	6 - 11
7. Kero-Sun Radiant 10	41 (140)	208	47	2 - 4
11. Keymar Sundowner KM-80	42 (87)	323	62	10 - 12
13. Kero-Sun Omni 85	55 (177)	338	45	15 - 16
14. Kero-Sun Radiant 8	43 (95)	271	69	12
15. Kero-Sun Radiant 10	45 (93)	254	72	13 - 14
16. Irwin Turco Heritage	61 (93)	342	47	2

* Les chiffres entre parenthèses donnent le temps en minutes après l'allumage pour que la température de la pièce atteigne le degré maximum.

TABLEAU IX d) - Températures maximums au cours des essais (Salon)

N° et marque de l'appareil	Température de la pièce* (°C)	Temp. de la surface supérieure (°C)	Temp. du devant de l'appareil (°C)	Temp. extérieure (°C)
1. Sunbeam OHRG28H	27 (166)	247	60	4 - 5
6. Kero-Sun Moonlighter	27 (137)	246	35	5 - 6
7. Kero-Sun Radiant 10	28 (173)	211	63	3 - 5
11. Keymar Sundowner KM-80	27 (180)	350	55	3 - 7
13. Kero-Sun Omni 85	31 (150)	N/A	39	8 - 12
14. Kero-Sun Radiant 8	29 (71)	270	76	5 - 7
15. Kero-Sun Radiant 10	29 (173)	N/A	78	5 - 12
16. Irwin Turco Heritage	33 (166)	299	37	12 - 18

* Les chiffres entre parenthèses donnent le temps en minutes après l'allumage pour que la température de la pièce atteigne le degré maximum.

N/D - Non disponible

Annexe A

Essais à Orléans des appareils de chauffage au kérosène

No.	Marque et modèle	Btu par heure	Genre
1	Sunbeam OHRG28H*	9 000	Rayonnant
6	Kero-Sun Moonlighter*	8 700	A convection
7	Kero-Sun Radiant 10*	10 000	Rayonnant
11	Keymar Sundowner KM-80*	8 500	A convection
13	Kero-Sun Omni 85	13 000	A convection
14	Kero-Sun Radiant 8	8 200	Rayonnant
15	Kero-Sun Radiant 10	10 000	Rayonnant
16	Irwin Turco Heritage No. 31050	19 800	A convection

* Mis à l'essai antérieurement par l'Association des consommateurs du Canada